ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 JUILLET 1918.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON GUIGNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait part à l'Académie de la mort subite de M. *Gauthier-Villars* et rappelle les services éminents rendus à la science par la maison dont il était le chef. Il a continué dignement les traditions familiales, en éditant nos diverses publications avec un soin apprécié de tous. Sa fin prématurée excitera les regrets unanimes des membres de l'Académie.

ASTRONOMIE. — *L'observatoire de l'hôtel* (1) *de Taranne : travaux et coordonnées*. Note (2) de M. **G. Bigourdan**.

Cet observatoire fut fondé par Louville (3) qui, d'après les registres autographes de ses observations (4), l'occupa de la fin de 1710 au 15 avril 1716,

---

(1) Cet hôtel, situé dans la rue de même nom, se trouvait à 150m environ à l'ouest de l'abbaye de St-Germain-des-Prés. Il est figuré sur divers plans de Paris. Pour son origine, voy. *A. Burty* et *L.-M. Tisserand*, Topographie historique du Vieux Paris, *Région du Faubourg Saint-Germain*, Paris 1882.

(2) Séance du 8 juillet 1918.

(3) *Jacques-Eugène* d'Allonville, chevalier de Louville, naquit à Allonville (pays chartrain) le 14 juillet 1671 et mourut à Carré, près d'Orléans, le 10 septembre 1732. Étant cadet de famille, il n'avait d'autre choix que la tonsure ou l'épée : il entra d'abord dans la marine et se trouva, en 1690, à la bataille de La Hougue. Versé ensuite dans l'infanterie, en 1700 il accompagna en Espagne son frère aîné, attaché au duc d'Anjou, et en 1704 il détermina la latitude de Madrid avec un gnomon. — Revenu en France, il fut fait prisonnier à Oudenarde (1708) et interné deux ans en Hollande.

Nature indépendante, il renonce aux avantages que lui offrent le grade de colonel et une bonne pension, pour se livrer aux observations astronomiques, est admis à l'Académie des Sciences comme associé astronome (1714 mars 10), puis devient pensionnaire le 5 juillet 1719.

(4) Ils sont à l'Observatoire de Paris sous les cotes C. 2, 10, 11, 12, 13. Le premier

et y travailla activement. Toutefois ce n'est pas le nombre de ses observations qui en constitue le principal intérêt, mais bien plutôt l'esprit de haute précision qu'il y apportait, et qui l'a fait considérer comme se rattachant directement à l'école de Picard. Il avait une connaissance approfondie des instruments et il exerça une véritable influence sur certains de ses contemporains, comme J.-N. Delisle et sur divers astronomes de la génération suivante, comme Godin et P.-Ch. Le Monnier, qui tous s'étaient proposé de publier ses observations [1]; cependant elles sont restées inédites.

L'Observatoire. — Louville ne donne aucun détail sur la disposition et l'installation de son observatoire, non plus que sur ses dimensions; mais il résulte de ses registres qu'il habitait un des appartements de l'hôtel et qu'il observait peut-être parfois dans cet appartement, mais principalement dans un donjon placé à la partie supérieure et d'où l'on jouissait d'un horizon dégagé.

Delisle, qui un peu plus tard s'y trouva dans les mêmes conditions, donne quelques indications accidentelles sur le donjon : il parle d'une lucarne ou œil-de-bœuf opposé à la porte, et d'où l'on voyait les clochers de Saint-Germain-des-Prés, alors au nombre de trois, — des fenêtres Nord et Est par lesquelles on voyait les mêmes clochers. C'est probablement dans ce donjon que l'on observait les hauteurs correspondantes; toutefois la face sud de l'hôtel, qui donnait sur la rue, pouvait se prêter à ces observations, pour lesquelles les astronomes du temps se contentaient au besoin d'un balcon solide. On y installait aussi l'horloge, quand elle n'était pas dans l'appartement, et Delisle y put placer une méridienne filaire, avec gnomon de 9 pieds 8 pouces et demi de hauteur; toutefois, manquant de recul, il fut obligé de le baisser à partir de la fin de novembre. Quand on employait

---

contient aussi des observations faites à Louville du 25 août au 14 novembre 1712 (p. 40-52). En outre des observations, tous ces registres contiennent des notes diverses d'astronomie théorique, d'optique, etc. Ils furent quelque temps entre les mains de Godin et emportés en Espagne, car sur le verso de la couverture des deux premiers on lit respectivement, de la main de Lalande : *De M. de Louville. Acheté à Cadix après la mort de M. Godin. — De M. de Louville, acheté à Cadix en* 1772. On peut voir aussi : Lalande, *Bibl. astr.*, p. 374 et le manuscrit D. 1, 22.

[1] Delisle en avait fait faire une copie (D. 1, 22) et Godin en avait au moins fait commencer une autre, dont quelques feuillets sont dans C. 2, 13. Enfin Le Monnier se proposait de les insérer dans son *Hist. Cél.*, comme on voit dans le *Projet* qui est en tête.

de longues lunettes, de 20 pieds par exemple, elles se trouvaient en partie au dehors, à cause du peu de hauteur des fenêtres, et le vent les agitait.

Instruments. — Le principal était un *quart de cercle* de Chapotot, de 3 pieds de rayon; Louville en avait aussi un autre du même constructeur, mais seulement de 20 pouces. Comme garde-temps il avait deux *pendules* à seconde, dont une à cycloïde, dont il suivait minutieusement la marche; et pour cela, dit Delisle, il observait des hauteurs correspondantes du Soleil presque tous les jours de beau temps. Il contrôlait aussi cette marche au moyen d'une lunette murale. Pour comparer ces pendules il possédait une *montre à seconde*, des meilleures de l'époque, et qui cependant pouvait varier de 10 secondes, quand on l'utilisait, aller et retour, à porter l'heure chez Delisle, à l'Observatoire du Luxembourg. Enfin, il avait une *lunette* de 23 pieds de foyer, avec micromètre, qu'il employait surtout à la mesure des diamètres du Soleil et de la Lune.

Observations. — Sans négliger complètement les observations ordinaires (*Ecl.* sat. ♃, *taches* du ☉) ou accidentelles (*Ecl.* ☉, ☾, *occult.*) [1], Louville s'attachait surtout aux observations de position et particulièrement à celles qui pouvaient perfectionner la théorie du Soleil, dont il s'occupait spécialement [*Mém. Acad.*, 1720, H. 80 et M. 35. Voir aussi Del. [2], VI, 315], comme les équinoxes et les solstices. Il apporta aussi un soin spécial à la détermination de sa latitude, sans arriver d'ailleurs à obtenir dans les résultats une concordance répondant à la variété des méthodes et à la précision des observations, parce qu'on ne connaissait encore ni l'aberration, ni la nutation. Mais son esprit de précision le conduisit à une idée ingénieuse qui reste inséparable de son nom et le sauvera de l'oubli : c'est l'*application du micromètre filaire au quart de cercle*.

---

(1) Voici les observations accidentelles de la période considérée qui ont été publiées par Louville dans *Mém. Acad.* : *Ecl.* ☉, 1715 mai 3 (89); — *Occult.* ♀, 1715 juin 28 (135), et *Occult.* ♃, 1715 juillet 25 (135).

(2) Comme nous aurons souvent à citer les 6 volumes in-4° de l'Histoire de l'Astronomie de Delambre (*H. de l'A. moderne*, 2 vol. 1817; — *H. de l'A. du Moyen Age*, 1 vol. 1819; — *H. de l'A. moderne*, 2 vol. 1821; — *H. de l'A. du Dix-huitième siècle*, 1 vol. 1827), nous les désignerons par l'abréviation Del. suivie d'un des numéros I, II, ..., VI correspondant respectivement à ces 6 volumes dans l'ordre ci-dessus. Le nombre qui suit est celui de la page dans le volume.

Les instruments employés dans la mesure des angles comportent deux sortes d'organes bien distincts, qui concourent au même résultat et qui doivent évidemment donner une précision de même ordre : c'est d'un côté l'organe de visée (pinnules, lunettes) et de l'autre l'arc divisé, dont les ultimes fractions doivent être évaluées avec toute l'exactitude possible.

C'est ainsi que les Arabes, et même Tycho dans le commencement de sa carrière, furent amenés à augmenter considérablement le rayon de leurs arcs divisés, pour que la précision des lectures fût en rapport avec celle de la visée.

Ensuite, l'emploi des transversales, l'artifice de Nonius, enfin celui de Vernier, permirent de revenir aux instruments de moyenne grandeur, tant que la visée se fit au moyen de simples pinnules; mais quand celles-ci furent remplacées par des lunettes, il fallut revenir aux arcs de grand rayon, comme les secteurs employés en Géodésie, jusqu'à ce que l'invention du principe de la répétition, l'emploi des microscopes, etc. permirent d'évaluer plus exactement les arcs divisés.

L'invention de Louville se place, parmi ces alternatives, dans la période qui suivit la substitution des lunettes aux pinnules, et il l'expose dans son Mémoire qui a pour titre : APPLICATION DU MICROMÈTRE A LA LUNETTE DU QUART DE CERCLE ASTRONOMIQUE, *ce qui donne le moyen d'y faire une division d'une nouvelle espèce, beaucoup plus précise et plus facile que la division ordinaire* (*Mém. Acad.*, 1714, p. 65-77).

Son idée essentielle est de toujours faire correspondre la ligne de foi de l'alidade exactement à une division du quart de cercle, et de mesurer *avec le micromètre filaire* la distance de l'astre à la ligne de foi. Quant à *la nouvelle division*, elle consiste en de simples *points*, qu'il n'est même pas indispensable de placer sur un même arc de circonférence, et qui remplacent les droites obliques et les arcs concentriques exigés par les transversales. On détermine soigneusement les erreurs de la division que forment les points.

Les *Mémoires* de l'Académie n'indiquent pas la date de communication de cette idée; mais les registres de Louville montrent qu'il l'appliqua dès les observations du solstice d'hiver 1713 ; c'est donc sans doute à l'observatoire de l'hôtel de Taranne que germa et mûrit cette idée féconde. Le micromètre qu'emploie Louville est de Le Fèvre, mais c'est lui-même qui avait probablement fait cette division par points, car il trouve chose *essentielle à un astronome* de savoir diviser ses instruments.

Dans le même Mémoire, il mentionne ses recherches sur le perfectionne-

ment des pendules astronomiques, qui, en effet, présentaient encore de grandes inégalités de marche et compliquaient beaucoup le travail des astronomes; mais au point de vue pratique il ne semble avoir rien publié à ce sujet, sur lequel on trouve divers détails dans ses registres. Au point de vue théorique il démontra quelques théorèmes sur les oscillations d'un pendule, tant dans des arcs de cercle que dans des arcs de cycloïde (*Mém. Acad.*, 1722, H. 82, M. 128).

Une autre idée juste de Louville fut celle de la *variation* de l'obliquité de l'écliptique (*Mém. Acad.*, 1714, H. 68; 1716, H. 48), mais elle fut repoussée par ses contemporains (*Ibid.*, 1716, p. 295); puis, quand elle fut bien établie, on trouva des antériorités, de sorte qu'en cela Louville a été doublement méconnu. Il évaluait la variation à 60″ par siècle, valeur assez exacte; et pour appuyer son sentiment il entreprit dans le midi de la France, en 1714-1715, un voyage (¹) au cours duquel il refit à Marseille la célèbre observation de Pythéas. Il ne put obtenir l'impression de son travail dans les *Mémoires* de l'Académie et il dut s'adresser aux *Acta Eruditorum* (année 1719, p. 281), qui d'ailleurs tronquèrent aussi son Mémoire (²).

Coordonnées. — Pour fixer la position de son observatoire, Louville rapporta son donjon à divers points de Paris et au milieu de la face méridionale de l'Observatoire royal; ses distances, tirées de son registre C.2, 11, p. 154-155, et exprimées en pieds, sont résumées dans le Tableau suivant; la distance de deux points quelconques est à la rencontre de la verticale et de l'horizontale correspondantes :

	Donjon.	Observatoire.	Notre-Dame.
	pieds	pieds	pieds
Observatoire royal	6137	»	6438
Notre-Dame	3845	6438	»
Pilier de Montmartre	11658	17660	12204

Il semble que ces nombres en tout ou partie furent obtenus *par angles*,

(¹) En 1715 il fit à Londres un voyage pour observer l'éclipse totale de Soleil du 3 mai. Vers la fin de la totalité il remarqua « un Cercle rouge très vif dont le limbe de la Lune était bordé » : c'est une des plus anciennes mentions des protubérances et de la chromosphère solaires; mais il en attribue la cause, comme celle de la couronne, à l'atmosphère de la Lune.

(²) Le commencement du Mémoire entier, paraphé à l'Académie, se trouve en deux cahiers détachés dans C. 2, 12. La correspondance échangée entre Louville et Delisle fournit des détails piquants sur cette injustice et sur les travers du Comité qui réglementait les insertions dans les *Mémoires* de l'Académie.

c'est-à-dire par une triangulation, sur laquelle Louville ne donne pas de détail. Il ajoute que *l'angle que la méridienne de l'hôtel de Taranne fait avec l'Observatoire vers le midy est de* $9^\circ 40' 32''$, et calcule $\Delta\mathfrak{L}$ et $\Delta\varphi$ en adoptant respectivement 37560^T et 57060^T pour les degrés de longitude et de latitude sous le parallèle de Paris.

Nous mettons ici en présence les résultats de Louville avec ceux que j'ai obtenus avec les éléments que j'ai adoptés jusqu'ici et avec l'angle $9^\circ 40' 32''$:

	de Louville.	Calcul actuel.
Distance......	$6137^{pi} = 1022^T\ 5^{pi}$	$6137^{pi} = 1993^m,54$
$\Delta\mathfrak{L}$...........	1041^{pi} ou $0' 16'' = 1^s.07$	$1031^{pi},4$ ou $0' 16'',43 = 1^s,096$
$\Delta\varphi$...........	6048^{pi} ou $1' 4''$	$6049,7$ ou $1' 3'',62$

On peut donc adopter :

$$\Delta\mathfrak{L} = 0' 16'',43 = 0^m 1^s,096; \quad \Delta\varphi = +1' 3'',62; \quad \varphi = +48^\circ 51' 14'',62.$$

D'après ces nombres l'observatoire se trouvait sur le côté nord de l'ancienne rue de Taranne, le seul qui ait disparu lors du percement du boulevard Saint-Germain, et qui est remplacé aujourd'hui par un terre-plein; l'observatoire était à peu près en face la séparation des n°s 157 et 159 actuels.

Louville quitta l'hôtel de Taranne le 15 avril 1716, pour s'installer en un point voisin, sur lequel il ne donne aucun détail, si ce n'est qu'il est à $4''$ plus au Sud; et là il poursuivit le même genre d'observations jusqu'au 7 juillet 1717.

Diverses circonstances, et la difficulté de trouver une maison propre aux observations, le décidèrent à quitter Paris, pour se fixer d'abord à Orléans.

Après une candidature malheureuse à une place de membre honoraire à l'Académie des Sciences, il fut tenté de refuser celle d'astronome pensionnaire, car il écrivait d'Orléans à Delisle, le 2 mai 1718 :

Les conditions auxquelles les pensions sont attachées sont si dures qu'elles ne me sçauroient convenir... ayant l'air de gages que l'on donne à qui les gaigne tant tenu tant payé.... D'ailleurs je ne m'accomoderois nullement de la demeure de l'Observatoire d'où il faut aller deux fois la semaine à l'Académie, courvée fâcheuse pour ceux qui n'ont pas d'équipage; et les autres maisons de Paris, comme vous sçavez, ne sont point du tout faittes pour observer.... Je vais incessamment aller m'establir à ma maison de compagne qui n'est qu'à un bon quart de lieue d'icy....

Et en effet, il s'installa définitivement à Carré, où il créa un observatoire suivant ses goûts, et où il mourut le 10 septembre 1732.

GÉOLOGIE. — *Roches éruptives interstratifiées dans le terrain houiller de Littry (Calvados) : ampleur, variété et durée des manifestations volcaniques dans la région de Littry pendant le Stéphanien.* Note de M. **Pierre Termier.**

Le bassin houiller de Littry, où l'exploitation de la houille, commencée en 1741, s'est poursuivie jusqu'en 1880, vient d'être l'objet d'une nouvelle tentative d'exploration. L'Administration des Mines y a exécuté deux sondages, sous le contrôle scientifique de M. Bigot, doyen de la Faculté des Sciences de Caen : l'un à Saint-Martin-de-Blagny, d'août à septembre 1917; l'autre à la Poterie, commune de Saonnet, de novembre 1917 à février 1918. Ces sondages n'ont pas trouvé de houille; mais ils nous ont donné, sur la constitution du terrain houiller, et sur la nature des éruptions volcaniques qui s'y mêlent au sédiment, des renseignements d'un très haut intérêt. C'est à l'exposé succinct des principales observations faites au cours des deux recherches, et à l'énoncé des conclusions géologiques qui s'en dégagent, que tend la présente Note.

Tous les géologues qui ont écrit sur le bassin de Littry ont signalé l'abondance des roches éruptives, appelées uniformément *porphyres* ou quelquefois *roches de soulèvement*, qui affleurent sur quelques points du bassin ou qui ont été rencontrées par les travaux de mines. Le Mémoire de Vieillard sur *Le Terrain houiller de Basse-Normandie*, publié à Caen en 1874, est riche d'indications à cet égard; et, si l'on consulte le *Livre des Maîtres-sondeurs des mines de Littry* où sont conservées les coupes détaillées des anciens sondages, on constate que la plupart des recherches ont été arrêtées à la première rencontre de la roche porphyrique, considérée comme un symptôme définitivement décourageant; que quelques sondages, cependant, traversant la roche éruptive, ont trouvé sous elle les sédiments houillers et ensuite un autre banc de *porphyre*. Dès avant de commencer nos recherches de 1917-1918, nous savions, M. Bigot et moi, que la rencontre du *porphyre* était à craindre, quel que fût l'endroit choisi; et nous savions aussi que la rencontre du *porphyre* impliquerait, à peu près certainement, l'insuccès de la recherche, je veux dire l'inexistence de la houille. Mais nous n'aurions jamais pu supposer l'ampleur vraiment extraordinaire qu'ont eue les phénomènes volcaniques, dans la région de Littry, à l'époque stéphanienne.

Le sondage de Saint-Martin-de-Blagny (¹) a atteint le terrain houiller à la profondeur de 110^{m}, après avoir traversé, sous quelques mètres de terre et de limon, 106^{m} environ de terrain permien (²). On est resté dans le Houiller jusqu'à la profondeur de 200^{m}. L'épaisseur du terrain houiller est donc, sur ce point, de 90^{m} seulement. Au-dessous, on a trouvé le Cambrien. Sur les 90^{m} de Houiller, il n'y a eu que 27^{m} ou 28^{m} de roches sédimentaires ayant l'apparence habituelle des schistes, grès ou poudingues houillers ; le reste était formé de roches éruptives très altérées. On n'a trouvé, en fait de charbon, que des filets de houille ayant au plus quelques millimètres d'épaisseur. Le Cambrien, pénétré de veinules de roche volcanique, a présenté d'abord une telle ressemblance avec les coulées traversées que le diagnostic, à son sujet, est resté incertain jusqu'à la profondeur de 226^{m}. Plus bas, se sont présentés des schistes rouges, parfois très inclinés, dont l'attribution au Cambrien n'était plus douteuse.

Les roches éruptives forment, à Saint-Martin-de-Blagny, quatre coulées ou systèmes de coulées, d'épaisseur très inégale, séparées par des étages peu puissants (de grès, schistes et poudingues). Le système le plus élevé (entre les profondeurs 113^{m},60 et 155^{m},80), épais de 42^{m}, comprend : des coulées de couleurs sombres, gris, gris rougeâtre foncé, lie de vin, vert foncé, souvent variolitiques; puis des coulées sans sphérolithes visibles, à couleurs claires et vives, avec mélange de teintes ; enfin, vers 140^{m}, une brèche volcanique, avec débris de schistes noirs. Le deuxième système va de 156^{m} à 162^{m}, formé sur cette épaisseur de 6^{m}, de roches au toucher rude, de couleur claire, grise ou rose, et d'aspect uniforme. Le troisième système va de 175^{m},05 à 185^{m},60 et comprend : des roches très claires, grises ou roses ; puis des roches lie de vin, d'aspect argileux ; une brèche volcanique, à débris de grès et de quartz ; des roches claires ; enfin, de nouveau, une brèche. Le quatrième système forme la base même du Houiller (de 198^{m},35 à 200^{m},15) : c'est une coulée rouge, à taches verdâtres, compacte et homogène, ayant l'aspect d'argilophyre. Les schistes qui forment ici la tête du Cambrien sont parcourus par de nombreuses veinules de la même lave altérée. Les sédiments intercalés entre les systèmes de coulées volcaniques

---

(¹) Emplacement exact du sondage : rive gauche du petit ruisseau qui vient de Tournières, à l'est-sud-est de l'église de Saint-Martin-de-Blagny.

(²) Ce terrain attribué au Permien est concordant avec le Houiller : c'est une alternance de grès et de schistes rouges et de calcaires gris sombre. Pas de fossiles. La séparation du Permien et du Houiller est un peu arbitraire.

sont à peu près horizontaux; ils renferment, vers 165^{m}, des empreintes végétales, parmi lesquelles un *Pecopteris* indéterminable. Çà et là, dans les trois systèmes sédimentaires séparant les coulées volcaniques, il y a des filets de houille, très minces, dans les schistes ou les grès.

Les roches volcaniques de Saint-Martin-de-Blagny sont malheureusement très altérées. Le sondage n'a fourni aucun échantillon dont la détermination pétrographique pût être faite avec une entière certitude. La variabilité des teintes et la fréquence des couleurs claires, grises, roses ou vertes, m'avaient d'abord fait penser aux rhyolites et j'avais été tenté de prendre pour des pyromérides les coulées à structure sphérolithique qui se rencontrent entre 115 et 130. Il s'agit en réalité presque partout, de roches basiques. Les coulées à sphérolithes sont des *basaltes variolitiques*. Au milieu d'elles, vers 127,50, s'intercale un basalte scoriacé, dont les cristaux d'olivine ont encore conservé leurs formes et dont les soufflures sont remplies de calcédoine. A la base du système supérieur de coulées, à partir de 149, s'étend une coulée d'une andésite à mica noir, probablement analogue à l'andésite de La Poterie dont je parlerai dans un instant.

Les variolites montrent, nageant dans une pâte grise ou rouge sombre, *des varioles* jaunâtres ou brunâtres, ayant toute dimension jusqu'à 4^{mm} de diamètre, souvent réunies en chaînes, et très irrégulièrement réparties. Les bords de ces varioles sont parfaitement nets et souvent soulignés d'une ligne brune. Leur centre est quelquefois taché de brun, en raison d'une accumulation de limonite. Beaucoup n'agissent pas sur la lumière polarisée. Quelques-unes ont une structure vaguement fibreuse et montrent, entre nicols croisés, une croix noire; elles sont formées d'un minéral de haute biréfringence et d'assez grande réfringence (1). La pâte qui entoure les varioles est presque entièrement isotrope; elle est très chargée d'oxyde de fer, surtout à l'état de Fe^3O^4.

Les roches du sondage de la Poterie sont beaucoup plus fraîches; mais je n'ai vu parmi elles aucune variolite.

Ce sondage de La Poterie (2) a été foré à 4^{km},250 au nord-est du sondage de Saint-Martin-de-Blagny. Il est resté jusqu'à 154^{m} de profondeur dans le terrain attribué au Permien, puis est entré dans le Houiller, qui a débuté par des grès brunâtres. Le Houiller a ici 105^{m} d'épaisseur. Au-dessous

---

(1) Déterminé par M. Lacroix comme sidérite.

(2) Emplacement exact du sondage : lieu dit La Poterie, commune de Saonnet, rive droite du ruisseau, à une centaine de mètres au sud de la route du Molay à Isigny.

du Houiller et à partir de 258,80, on a pénétré dans le Cambrien, formé de schistes verts inclinés de 30° à 40° (tandis que le Houiller est à peu près horizontal).

Sur les 105^m d'épaisseur totale de terrain houiller, il y a eu 65^m de sédiments houillers du type ordinaire et 40^m de coulées volcaniques. Aucune couche de houille n'a été rencontrée. Les coulées volcaniques se répartissent en deux systèmes : l'un, épais de 30^m environ (de 173,50 à 203,65) ; l'autre, épais de 10^m (de 219,50 à 229,50). A la base de ce que nous avons, M. Bigot et moi, rapporté au Permien, c'est-à-dire au-dessus des premiers grès d'aspect houiller, vers la profondeur de 150-154, il y a une coulée de basalte, identique à celles que je vais décrire.

De 173,50 à 180, on a affaire à une coulée de basalte. L'olivine est serpentinisée, mais très reconnaissable. L'augite est chloritisé. Les microlites feldspathiques sont encore visibles bien que transformés en argile. Beaucoup de fer oxydulé. La structure est fluidale.

Puis vient, sur 10^m environ d'épaisseur, une coulée d'andésite à mica noir. Mica noir souvent assez frais, mais partiellement résorbé. Structure microlitique fluidale. Pyroxène décomposé. Feldspath, dans les deux temps de consolidation, ayant conservé ses contours nets, mais presque entièrement passé à l'état d'argile. Peu d'oxyde de fer. La roche est, à l'œil nu, de couleur claire, gris un peu rosé, et très compacte. Certaines préparations montrent des quartz rongés, en petit nombre; d'autres, de rares cristaux d'olivine; mais il est probable que quartz et olivine sont ici de provenance étrangère et n'appartiennent pas au magma.

Au-dessous de la coulée d'andésite, de 190 à 199, nouvelle coulée de basalte. Roche compacte, d'un noir verdâtre, analogue à celle des coulées supérieures. Olivine transformée en serpentine ou en talc. Pyroxène presque toujours détruit. Feldspath en cristaux nets, épigénisé par de l'argile, quelquefois incomplètement.

Le deuxième système de coulées (de 219 à 229) est formé d'andésites très altérées, où l'on voit cependant encore un peu de mica noir. Roches vacuolaires, de couleur claire, gris rosé. Les vacuoles sont souvent remplies de calcédoine.

Plus bas, au milieu des sédiments houillers s'intercale, vers 235, une roche caverneuse dont l'aspect rappelle certaines meulières. Au microscope, on y voit du quartz, de la calcite, des débris de laves. C'est, suivant toute vraisemblance, un tuf d'andésite. Un peu plus bas, vers 241, toujours au milieu des sédiments houillers, se présente un banc de fine cinérite, où les poussières volcaniques se mélangent au quartz sédimenté.

Ainsi, les roches volcaniques de La Poterie sont de deux sortes : basaltes riches en olivine; andésites à mica noir, confinant peut-être aux dacites. Les coulées des deux types alternent.

A Saint-Martin-de-Blagny, où la proportion des coulées volcaniques aux sédiments est bien plus forte, il y a également des basaltes et des andésites; certaines coulées de basalte sont variolitiques. Il est possible que, dans les argilophyres des coulées inférieures, il faille voir le résidu de laves de types différents, actuellement méconnaissables.

Les phénomènes volcaniques, dans le bassin houiller de Littry, ont donc été intenses, prolongés et variés. Il n'y a pas seulement *un porphyre :* sous ce nom mal défini, on a englobé autrefois des laves très dissemblables. On a eu tort aussi de les appeler *roches de soulèvement* et de les considérer comme des roches postérieures à la sédimentation houillère, ayant, par leur intrusion violente, dérangé les assises du Houiller. Les anciens exploitants attribuaient, en général, au dérangement mécanique causé par les porphyres, la disparition de la houille sur les bords des régions exploitées. La réalité est tout autre. Les roches de Littry sont des roches *volcaniques*, contemporaines de la formation houillère et qui se sont épanchées dans le bassin même où cette formation se déposait, à la façon des laves de nos volcans actuels et avec l'habituel accompagnement des phénomènes volcaniques accessoires, pluies de cendres, coulées boueuses, etc. De telles roches ne dérangent pas *mécaniquement* la sédimentation; elles la troublent et l'altèrent en s'y mêlant, ce qui est beaucoup plus grave quand il s'agit d'une sédimentation organique. Les deux sondages récents nous ont montré de la façon la plus nette que les roches volcaniques s'intercalent dans le terrain houiller en coulées régulières, parallèles à la stratification; qu'il peut y avoir plusieurs coulées, ou plusieurs systèmes de coulées, séparés par des sédiments; que, dans ce cas, les sédiments, ainsi compris entre deux épisodes volcaniques, sont parfois des mélanges de matériaux d'origine volcanique et de matériaux détritiques ordinaires; que quelques-uns, même, sont de véritables cinérites; qu'à tout cela s'associent des brèches et des tufs, comme il arrive toujours dans un bassin sédimentaire sur les bords duquel des volcans se sont ouverts.

Cette activité volcanique n'a pas sévi seulement aux environs de Littry. Elle se faisait, à la même époque, sentir aussi dans le petit bassin houiller du Plessis, qui appartient au département de la Manche. A Littry, les volcans ont duré pendant toute la période de formation du terrain houiller; ils ont même duré plus longtemps, car on trouve encore des coulées et des

brèches volcaniques dans les assises de base du Permien. Pendant le dépôt du Houiller, l'activité de ces volcans a gêné considérablement la sédimentation organique qui tendait à s'établir sur toute la superficie du bassin; elle l'a gênée au point de supprimer le charbon sur une grande partie de cette superficie.

Aucune des régions connues du bassin ne paraît d'ailleurs avoir échappé complètement à cette influence pernicieuse. Vieillard dit qu'à Fumichon [1] il n'y a pas eu de porphyres; et c'est sur cette indication que l'on s'est résolu à faire un sondage à Saint-Martin-de-Blagny; on sait aujourd'hui que nulle part la proportion des roches volcaniques n'a été plus forte que dans ce sondage. Si, maintenant que nous sommes bien fixés sur la nature et le mode de gisement des roches en question, nous relisons les coupes des deux puits de Fumichon, données par Vieillard, nous ne pouvons pas ne pas regarder comme des laves, ou des brèches volcaniques, les couches baptisées *schistes rouges et verdâtres* que ces deux puits ont traversées à peu de distance de la couche de charbon.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles observations sur les effets des transfusions salines intraveineuses après hémorragies graves.* Note de MM. **Charles Richet, P. Brodin, Fr. Saint-Girons** [2].

I. L'étude des hémorragies est en ce moment trop importante et comporte des applications immédiates trop urgentes pour qu'il ne soit pas nécessaire d'éviter toute méprise dans l'interprétation de nos expériences.

Et tout d'abord il est bien évident que les injections salines dans les hémorragies ont été depuis longtemps, même avant le Mémoire classique de Dastre et Loye (1888), recommandées et pratiquées. Mais on ne faisait pas l'hydrotomie, de sorte qu'on n'avait qu'un chiffre très approximatif, très hypothétique, sur le rapport entre les hématies enlevées et les hématies restant dans le corps. Or, dans toutes nos expériences, le nombre des hématies a été exactement calculé par la numération globulaire combinée avec l'hydrotomie, ce qui permet de remplacer par une donnée pré-

(1) C'est la dernière exploitation de houille faite à Littry; elle a pris fin en 1880. Fumichon est à 1^{km} environ au nord de Saint-Martin-de-Blagny.

(2) Cf. notre précédente Note sur le même sujet (*Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 55-59).

cise les données vagues qu'on nous fournissait jusqu'à présent. Sans hydrotomie il paraît à peu près impossible de justement évaluer soit le nombre des hématies, soit la masse du sang.

Puisque dans toutes nos expériences l'hydrotomie — nécessaire pour une expérimentation rigoureuse — était faite, il est bien évident que nous ne pouvons parler de survie définitive. Nous ne nous sommes occupés que de la survie immédiate. Il est possible, il est même probable, que certains de nos animaux n'eussent pas survécu 6 heures, 24 heures, 2 jours, 8 jours aux hémorragies que nous leur avions faites. Mais, avant de survivre 8 jours, il est nécessaire de survivre une demi-heure. Et c'est cette demi-heure de survie que nous prenions pour critérium.

L'expérience n'était arrêtée qu'au moment de la mort; car nous répétions les hémorragies de demi-heure en demi-heure jusqu'à la mort.

La survie définitive (au bout de plusieurs heures ou de plusieurs jours) est une tout autre question que nous n'avons pas encore abordée.

Nous avons simplement voulu prouver que les injections salines abondantes permettent de pousser la perte de sang (c'est-à-dire de globules) mortelle beaucoup plus loin que ne l'eussent permis des hémorragies sans injection.

II. Voici de nouvelles expériences, confirmatives.

Nous réunissons les nouvelles aux anciennes; mais nous les présenterons sous une forme différente.

On peut en effet calculer la masse du sang, et les hématies, soit par rapport au poids vif du corps, soit par rapport à la masse du sang et aux hématies du même animal avant l'hémorragie. Ces deux méthodes, qui donnent dans l'ensemble à peu près les mêmes chiffres, ont l'une et l'autre des avantages et des inconvénients. Or nous avons pensé qu'on pourrait leur donner à chacune un même coefficient, 50 pour 100, et les sommer. Les chiffres obtenus ainsi sont plus homogènes.

Nous faisons six groupes :

A. Cinq chiens, n'ayant pas reçu d'injection.

B. Six chiens ayant reçu une injection isotonique de NaCl, à 7 pour 1000.

C. Onze chiens ayant reçu l'injection de NaCl, additionnée de glycose, ou de lactose, à 2, 5, 10 pour 1000.

D. Quatre chiens ayant reçu la solution de NaCl mélangée avec 25, 20, 15 pour 100 du sérum d'un cheval n° 1.

E. Trois chiens ayant reçu la solution de NaCl mélangée avec 25 pour 100 du sérum d'un autre cheval n° 2.

F. Trois chiens ayant reçu injection du liquide de Locke.

Les hémorragies étaient, comme nous l'avons dit, espacées de demi-heure en demi-heure, et les injections étaient toujours en quantité double de la quantité de liquide extraite par l'artère.

Faisons égale à 100 la masse d'une part, et, d'autre part, le nombre des globules, au moment de la mort chez les chiens ayant subi une hémorragie simple.

Nous aurons les chiffres suivants pour les chiens ayant reçu après l'hémorragie, c'est-à-dire dans les intervalles qui séparent les hémorragies successives, des injections diverses.

MASSE ET HÉMATIES RESTANT DANS LE CORPS AU MOMENT DE LA MORT

(*la masse et les hématies étant égales à* 100 *chez les animaux n'ayant pas reçu d'injection au moment où ils meurent d'hémorragie simple*).

			Écart moyen relatif.	
	Masse.	Hématies.	Masse.	Hématies.
Sans injection (A)...................	100 [1]	100 [2]	100	100
Injection de NaCl (B)..............	100	43	162	230
» de NaCl et de glycose (C)..	120	34	186	220
» de sérum de cheval n° 1 (D).	142	23	194	182
» de sérum de cheval n° 2 (E).	182	125	254	200
» de liquide de Locke (F)....	198	58	194	192

Ce Tableau, qui résume 32 expériences, est extrêmement instructif, car il nous montre :

1° Que le sérum de cheval a des effets curieusement différents suivant l'animal qui a fourni du sang. Avec le sérum du cheval n° 1 (groupe D) nous avons l'*optimum* (23 pour 100). Avec le sérum du cheval n° 2 (groupe E), nous avons le *pessimum* (125 pour 100);

2° Que la solution isotonique de NaCl, additionnée de 5 ou 10 pour 1000 de glycose, est manifestement préférable à la solution isotonique simple ;

3° Que le liquide de Locke, encore que, d'après les nombreuses expé-

(1) Le chiffre absolu étant voisin de 30 pour 100 de la masse initiale.

(2) Le chiffre absolu étant voisin de 25 pour 100 des hématies initiales.

riences des physiologistes, on eût pu le supposer très favorable, est bien inférieur à la simple solution de NaCl;

4° Qu'après l'hémorragie sans injection, l'écart moyen (pour la masse comme pour les hématies) est bien moindre qu'après des hémorragies sans injection. Dans les divers groupes B, C, D, E, F, malgré la diversité des traitements, l'écart moyen a une étonnante fixité;

5° Qu'on peut donc supposer que, lorsque la masse restante dépasse 30 pour 100 de la masse initiale du sang, et que les hématies dépassent 5 pour 100 des hématies initiales, si la mort survient, c'est qu'il y a quelque action toxique sur le cœur (liquide de Locke, sérum toxique de certains chevaux).

III. Nous dirons donc, comme conclusion fondamentale, qu'il est par ces expériences démontré en toute certitude que par des injections salines abondantes on permet à un organisme de survivre à des hémorragies qui, sans ces injections salines, eussent immédiatement déchaîné sa mort.

HYDRAULIQUE. — *Avantages résultant de l'emploi d'un étranglement à l'entrée des réservoirs ou pare-chocs destinés à atténuer les coups de bélier.* Note (1) de M. DE SPARRE.

Soient l la longueur de la conduite forcée, S sa section, H la hauteur de chute, l_1 la hauteur de l'eau dans le réservoir à l'état statique, $l_1 + x$ cette hauteur à un instant quelconque, ω la section du réservoir, s la section de l'étranglement placé à sa base; v, x' et w la vitesse de l'eau dans la conduite, dans le réservoir et dans l'étranglement à un instant quelconque; v_0, x'_0, w_0 les valeurs initiales de ces quantités. Soient de plus p le poids du piston sur lequel agit l'eau du réservoir, F la force qui agit sur ce piston, F_0 la valeur de cette force pour $x = 0$. Le piston devant être en équilibre pour $x = 0$, on a

$$p + F_0 = \pi\omega(H - l_1) \quad (2).$$

Nous supposerons de plus

$$\frac{F - F_0}{\pi\omega} = Bx.$$

(1) Séance du 1er juillet 1918.

(2) π désigne le poids spécifique du liquide.

Dans le cas des réservoirs, bien que le mouvement de l'eau soit d'abord un mouvement d'oscillation par ondes, on peut considérer avec une approximation suffisante le mouvement de l'eau comme un mouvement en masse, de sorte qu'on a à un instant quelconque

$$Sv = sw = \omega x'.$$

On peut de plus, si le réservoir est tel que le coup de bélier garde une valeur modérée, négliger la dilatation de la conduite et la compression du liquide.

On aura alors, pour la perte de charge provenant de l'étranglement,

$$\frac{\alpha w^2}{2g} + \frac{1}{2g}\left[(w - x')^2 + \frac{x'^2}{9}\right],$$

le premier terme représentant la perte de charge due au phénomène d'ajutage à l'entrée de l'étranglement et le second la perte de charge due à l'élargissement brusque de la veine à sa sortie. On aura alors pour le mouvement de l'eau, en supposant le distributeur complètement fermé [1],

$$(1) \qquad 2(n + x)\frac{d^2 x}{dt^2} + m\frac{dx^2}{dt^2} + 2g(1 + B)x = 0,$$

où l'on a posé

$$(2) \qquad n = \frac{l\omega}{S} + l_1 + \frac{p}{\pi\omega},$$

$$(3) \qquad m = 1 + \alpha\frac{\omega^2}{s^2} + \left(\frac{\omega}{s} - 1\right)^2 + \frac{1}{9}.$$

Si l'on pose alors

$$u = \frac{dx^2}{dt^2},$$

on déduit de (1), en supposant qu'à l'instant initial on ait

$$u_0 = x_0'^2 = \frac{v_0^2 S^2}{\omega^2},$$

$$(4) \qquad u = \frac{dx^2}{dt^2} = \left[u_0 - \frac{2g(1+B)n}{m(m+1)}\right]\left(1 + \frac{x}{n}\right)^{-m} + \frac{2g(1+B)}{m+1}\left(\frac{n}{m} - x\right).$$

---

[1] En général la fermeture ne sera pas instantanée et, si elle l'était, il y aurait une première période pendant laquelle on n'aurait pas $x'\omega = ws = vS$, mais une étude plus complète du phénomène montre qu'on peut supposer, avec une approximation suffisante,

$$v_0 S = w_0 s = x_0' \omega.$$

Si l'on désigne par $H(1+z)$ la pression en hauteur d'eau, abstraction faite de la pression atmosphérique, on n'obtiendra qu'une façon semblable en considérant le mouvement entre le réservoir de mise en charge, où l'on suppose la vitesse négligeable et l'extrémité de la conduite.

$$(5) \qquad Hz = -\frac{l}{g}\frac{dv}{dt} - \frac{v^2}{2g}.$$

Mais dans les relations (5) et (2), vu la grandeur de l, on pourra prendre avec une exactitude suffisante

$$(6) \qquad Hz = -\frac{l}{g}\frac{dv}{dt} = -\frac{l}{2g}\frac{\omega}{S}\frac{du}{dx}, \qquad n = \frac{l\omega}{s}.$$

Les formules (4) et (6) donneront alors

$$(7) \qquad Hz = \frac{m}{2g}\left[u_0 - \frac{2ng(1+B)}{m(m+1)}\right]\left(1+\frac{x}{n}\right)^{-m-1} + \frac{n(1+B)}{m+1}.$$

Dans le cas où il n'y a pas d'étranglement on a $m = 1$ et les formules (4) et (7) donnent par suite

$$\frac{dx^2}{dt^2} = \frac{nu_0 - g(1+B)x^2}{n+x},$$

$$Hz = \frac{u_0 - gn(1+B)}{2g(x+n)^2}n^2 + \frac{n(1+B)}{2};$$

comme on a toujours $u_0 < gn(1+B)$, on aura pour le maximum x_m de x et pour le maximum h_m du coup de bélier

$$(8) \qquad x_m = \sqrt{\frac{nu_0}{g(1+B)}}, \qquad h_m = \frac{(1+B)nx_m}{n+x_m},$$

mais au dénominateur de la seconde expression on peut négliger x_m devant n et prendre par suite

$$(9) \qquad h_m = (1+B)x_m = \sqrt{\frac{nu_0(1+B)}{g}}.$$

Si l'on désigne maintenant par Q le volume du réservoir, ce volume devra être égal à $2\omega x_m$; on aura donc de (8) et (9)

$$Q = 2\omega x_m = 2\omega\frac{nu_0}{gh_m},$$

ou, en remplaçant u_0 par $\frac{S^2 v_0^2}{\omega^2}$ et n par $\frac{l\omega}{S}$,

$$Q = \frac{2 l v_0^2 S}{g h_m}. \tag{10}$$

Si, au lieu de cela, on a un étranglement tel que la valeur correspondante de m vérifie la relation

$$u_0 = \frac{v_0^2 S^2}{\omega^2} = \frac{2g n(1+B)}{m(m+1)}, \tag{11}$$

on déduira des formules (4) et (7)

$$u = \frac{dx^2}{dt^2} = \frac{2g(1+B)}{m+1}\left(\frac{n}{m} - x\right), \qquad Hz = \frac{n(1+B)}{m+1}, \tag{12}$$

et, par suite, on aura pour les valeurs maxima x'_m et h'_m de x et du coup de bélier

$$x'_m = \frac{n}{m}, \qquad h'_m = \frac{n(1+B)}{m+1}.$$

On en conclut pour le volume Q′ du réservoir, en tenant compte de (11) et (12),

$$Q' = 2\omega x'_m = \frac{l v_0^2 S}{g h'_m}.$$

On voit que pour une conduite donnée et une valeur donnée du coup de bélier maximum, cet étranglement réduit de moitié le volume du réservoir.

De plus, si l'on calcule la force vive perdue pendant la compression, par suite de ce dispositif, on trouve qu'elle est sensiblement la moitié de la force vive initiale. Ce fait supprime presque complètement les oscillations de l'eau et les dangers de résonances.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les tensions de la vapeur saturée des corps octoatomiques.* Note [1] de M. **E. Ariès.**

Les données de l'expérience faisant défaut sur les corps composés de six ou de sept atomes, nous nous proposons aujourd'hui de contrôler notre formule donnant la tension de vaporisation des liquides sur les données

---

[1] Séance du 1er juillet 1918.

concernant quelques corps octoatomiques, le formiate de méthyle, le bromure d'éthyle, le chlorure d'éthyle, l'acide acétique et l'éthane (voir le *Recueil de Constantes physiques*, p. 289 et suiv.).

Les deux derniers corps ne donnent pas lieu à des vérifications satisfaisantes. Il n'y a pas à s'en étonner pour l'acide acétique que les chimistes considèrent comme assez souvent polymérisé.

Des trois autres corps, le formiate de méthyle est le seul qui ait été l'objet d'une série d'expériences sur toute l'étendue désirable; ces expériences ont été exécutées en 1893 par MM. Sydney Young et Thomas. C'est à elles que nous nous rapporterons pour déterminer les constantes de notre formule.

L'exposant n nous a paru devoir être fixé à $\frac{9}{10}$. La valeur de la fonction Γ étant l'unité pour $\tau = 0,88$ environ, nous poserons en sacrifiant peut-être un peu de la rigueur à la simplicité

$$(1) \qquad \Gamma = 1 + \frac{(1-\tau)(0,88-\tau)}{(1-\tau)^2 + 0,8}.$$

Ce qui donne pour la tension Π en fonction de la température τ

$$(2) \qquad \Pi = \tau^{1+\frac{9}{10}} \frac{Z}{x}, \qquad x = \left[1 + \frac{(1-\tau)(0,88-\tau)}{(1-\tau)^2 + 0,8}\right] \tau^{1+\frac{9}{10}}.$$

Le Tableau ci-après montre que les tensions de la vapeur du formiate de méthyle sont très convenablement représentées par la formule (2).

Formiate de méthyle, S. Young et Thomas (1893).

$T_c = 487$; $\quad P_c = 59^{atm},25 = 4503^{cm}$.

Température centigrade.	Tension de la vapeur saturée observée.	Tension de la vapeur saturée calculée.
	cm	cm
—20...........	6,77	6,39
0...........	19,50	19,41
20...........	47,64	48,41
40...........	102,9	103,45
60...........	199,0	198,00
80...........	349,7	347,50
100...........	578,2	570,30
120...........	904,0	887,80
140...........	1358,0	1325,23
160...........	1951	1917,65
180...........	2705	2679,30
200...........	3668	3663,82
210...........	4251	4249,84

Bromure d'éthyle, Regnault (1862).

$T_c = 480$; $P_c = 39^{atm} = 2960^{cm}$.

Température centigrade.	Tension de la vapeur saturée observée.	Tension de la vapeur saturée calculée.
	cm	cm
—20	5,92	5,32
0	16,56	15,53
20	38,70	37,85
40	80,19	79,62
60	151,19	150,28
80	263,86	261,03
100	431,23	424,73
120	665,80	656,85
140	977,96	975,91

Chlorure d'éthyle, Regnault (1862). Sajotchewski (1878).

$T_c = 446$; $P_c = 44^{atm} = 3344^{cm}$.

Température centigrade.	Tension de la vapeur saturée observée.	Tension de la vapeur saturée calculée.
	cm	cm
—20	18,75	16,95
0	46,52	44,17
20	99,62	97,48
40	191,96	190,01
60	340,05	340,25
80	561,41	561,01
100	872,28	880,71
	atm	atm
110	14,81	14,29
130	20,92	21,10
150	30,22	30,17
170	42,00	42,05

Chlorure d'éthyle, Regnault (1862). Sajotchewski (1878).

$T_c = 455,5$; $P_c = 54^{atm} = 410^{cm}$.

Température centigrade.	Tension de la vapeur saturée observée.	Tension de la vapeur saturée calculée.
	cm	cm
—20	18,75	15,47
0	46,52	42,42
20	99,62	95,11
40	191,96	189,50
60	340,05	342,51
80	561,41	574,54
100	872,28	912,50
	atm	atm
110	14,81	14,85
130	20,92	22,07
150	30,22	31,74
170	42,00	44,41

Chlorure d'éthyle, Berthoud (1916).

$T_c = 446$; $P_c = 44^{atm} = 3344^{cm}$.

Température centigrade.	Tension de la vapeur saturée observée.	Tension de la vapeur saturée calculée.
	atm	atm
12,5	0,955	0,97
44,6	2,92	2,81
66,4	5,31	5,83
85,3	8,32	8,36
98,1	11,16	11,13
111,3	14,79	14,67
122,7	18,15	18,38
136,7	23,39	23,86
149,0	28,70	29,66
162,0	35,35	36,89
170,45	40,40	42,60

Les tensions de vaporisation du bromure d'éthyle n'ont été relevées par Régnault en 1862 qu'à des températures modérées et encore assez éloignées de l'état critique qui se manifesterait à la température de 236° selon Paw-

lewski (1882). Quant à la pression critique de ce corps, elle nous est encore inconnue; mais l'application de la formule (2) aux expériences de Regnault, en adoptant la température critique trouvée par Pawlewski, permet de déduire de chaque température d'observation une estimation de la pression critique. Les valeurs ainsi trouvées qui devraient s'accorder, sont assez variables. Il en est tout autrement, si l'on modifie la température critique, d'ailleurs assez notablement, en la fixant à 207° C., ce qui détermine une pression critique sensiblement égale à 39^{atm} ; et, comme on le voit sur notre Tableau, les tensions données par Regnault sont alors bien représentées par la formule (2).

Les tensions de la vapeur du chlorure d'éthyle jusqu'à l'état critique ont été l'objet de diverses déterminations qui ne s'accordent pas, mais qu'il nous a paru très intéressant d'examiner de près. Ces tensions ont été mesurées par Regnault (1862) de — 20° C. à 100°, et au delà par Sajotchewski (1872) qui fixait les constantes critiques de ce corps à 182°, 6 pour la température et à 52^{atm}, 6 pour la pression. Le *Recueil de constantes physiques* recommande les valeurs trouvées plus tard pour ces constantes par Vincent et Chappuis (1886), soit 182°, 5 pour la température et 54^{atm} pour la pression. L'application de ces dernières valeurs à la formule (2) donne aux températures d'observation de Regnault et de Sajotchewski les tensions consignées sur notre Tableau (colonne de gauche). La comparaison des tensions calculées avec les tensions observées, sans être tout à fait inacceptable, au moins pour les déterminations de Regnault, accuse, aux plus hautes températures explorées par Sajotchewski, des écarts vraiment exagérés.

Tout récemment, M. A. Berthoud s'est livré à des travaux très soignés sur les tensions de vaporisation du même corps depuis la température de 12°, 5 C. jusqu'à l'état critique dont il estime la température à 187°, 2 et la pression à 51^{atm}, 72 [1]. L'application de ces valeurs des constantes critiques à la formule (2) ne donne pas une représentation plus satisfaisante des expériences de M. Berthoud.

Il paraît ressortir de ces constatations contradictoires qu'il règne encore une assez grande incertitude sur les véritables valeurs des éléments critiques des corps que nous venons d'étudier, notamment en ce qui concerne le bromure d'éthyle et le chlorure d'éthyle; ce qui nous conduit à rechercher, pour le chlorure comme nous l'avons fait pour le bromure, s'il n'est pas possible d'attribuer à ces éléments des valeurs qui mettraient la for-

---

(1) *Journal de Chimie physique*, t. 15, 1917, p. 3.

mule (2) mieux en rapport avec les faits observés. Or, en adoptant 173° C. comme température critique et 44^{atm} comme pression critique, on obtient, avec la formule (2), les résultats consignés à la colonne de droite de notre Tableau, et qui sont intéressants. Les tensions de la vapeur saturée du chlorure d'éthyle ainsi calculées représentent d'une façon assez remarquable les tensions observées soit par Regnault, soit par Sajotchewski dans toute l'étendue du champ de leurs expériences; elles s'accordent même d'une façon satisfaisante avec les déterminations de M. Berthoud jusqu'à la température supérieure de 136°,7 inclusivement.

Nous ne prétendons, certes, pas avoir trouvé par cette méthode indirecte une juste estimation des constantes critiques du bromure d'éthyle et du chlorure d'éthyle, car la formule (2), qui n'est qu'une formule de première approximation, sera elle-même à reviser, quand on possédera sur les corps octoatomiques un ensemble de données suffisamment précises, mais il nous apparaît, dès aujourd'hui, comme très vraisemblable que ces données permettront de mettre en évidence que les tensions de vaporisation du formiate de méthyle, du bromure et du chlorure d'éthyle sont régies par une seule et même relation, et que ces tensions sont, par conséquent, en harmonie pour satisfaire à la loi sur les états correspondants.

M. Paul Marchal s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Tome IV, récemment paru, des *Annales du Service des Epiphyties*. On sait que ce Service a été fondé sur l'initiative de M. Eugène Roux, lorsqu'il réorganisa en 1912 les Services scientifiques du Ministère de l'Agriculture. Il a dans ses attributions l'étude des maladies ou des ennemis des plantes et a pour but la protection des cultures contre leurs parasites.

Le Tome IV des *Annales* contient une série de travaux dont nous mentionnerons les suivants, en raison de leur importance théorique ou pratique.

Ce sont : les études de M. Capus sur l'évolution du mildiou de la vigne; celles de M. Feytaud sur l'Eudémis et la Cochylis; un travail de notre collègue M. Mangin sur l'emploi des arsenicaux contre les parasites de la Betterave; un Mémoire de M. Arnaud sur une série de maladies nouvelles ou peu connues; une Note de M. Fron sur la gale noire de la pomme de terre, maladie dont on redoute l'introduction en France et contre laquelle il importe de prendre des mesures de protection; enfin un exposé de l'orga-

nisation de la lutte contre les maladies des plantes en Italie par M. Latière.

Une Note sur la vie et les travaux d'Edouard Prillieux, accompagnée d'un portrait, ouvre ce Volume et constitue un modeste hommage rendu à la mémoire de notre très regretté et vénéré collègue, le fondateur de la Pathologie végétale en France.

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les développements trigonométriques de la mécanique céleste.* Note de M. E. **Vessiot**, présentée par M. Appell.

J'ai indiqué dans une Note précédente [1] comment les propriétés des *systèmes canoniques* ont leur origine commune dans le fait que les équations qui définissent l'intégrale générale d'un tel système peuvent représenter une famille de *transformations canoniques*. J'ai montré comment cette propriété fondamentale pouvait être utilisée dans la formation des séries classiques de la théorie des perturbations. Elle n'est pas moins utile quand on cherche la solution formelle du problème des n corps, sous forme de séries trigonométriques. Voici la méthode simple à laquelle elle conduit, quand on suit la voie tracée par Poincaré dans le tome 14 du *Bulletin astronomique*.

1. Le système à intégrer est, μ étant un paramètre de l'ordre des masses,

$$\frac{dx_k}{dt}=\frac{\partial F}{\partial y_k},\quad \frac{dy_k}{dt}=-\frac{\partial F}{\partial x_k},\quad F=F_0+\frac{\mu}{1}F_1+\frac{\mu^2}{1.2}F_2+\ldots\quad (k=1, 2, 3, \ldots, n).$$

F_0 ne dépend que de $x_1, \ldots, x_p$ (proportionnels aux racines carrées des grands axes); F_1, F_2, ... sont des séries entières par rapport à

$$e^{\pm iy_l},\qquad u_h=\sqrt{x_{p+h}}\,e^{iy_{p+h}},\qquad v_h=i\sqrt{x_{p+h}}\,e^{-iy_{p+h}}$$
$$(l=1, 2, \ldots, p;\ h=1, 2, \ldots, q;\ p+q=n),$$

où $y_1, \ldots, y_p$ sont les longitudes moyennes, et $x_{p+1}, \ldots, x_n$; $y_{p+1}, \ldots, y_n$ des variables excentriques et obliques. Les coefficients de ces séries dépendent de $x_1, \ldots, x_p$. De plus, en désignant par $[f]$ la valeur moyenne de toute fonction périodique f des longitudes moyennes, on pose

$$[F_1]=R_0+R,\qquad R=R_2+R_3+R_4+\ldots;$$

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 99-102.

R_m est homogène, de degré m, par rapport aux u_h, v_h et ses coefficients sont fonctions de $x_1, \ldots, x_p$. Enfin R_2, et l'une des intégrales des aires, C, ont été ramenées à la forme réduite

$$R_2 = i\sum_{h=1}^{q} c_h u_h v_h, \qquad C = \sum_{k=1}^{p} x_k + i\sum_{h=1}^{q} u_h v_h.$$

Cela posé, il s'agit d'introduire de nouveaux éléments canoniques $x'_1, \ldots, x'_n; y'_1, \ldots, y'_n$, définis par des séries ordonnées en μ, à coefficients périodiques en $y'_1, \ldots, y'_n$,

$$\text{(T)} \quad x_k = x_k^{(0)} + \frac{\mu}{1} x_k^{(1)} + \frac{\mu^2}{1.2} x_k^{(2)} + \ldots, \qquad y_k = y_k^{(0)} + \frac{\mu}{1} y_k^{(1)} + \frac{\mu^2}{1.2} y_k^{(2)} + \ldots$$
$$(k = 1, 2, \ldots, n),$$

de manière que les variables y_k disparaissent de F. Ces séries donneront la solution cherchée, en y faisant $x'_k = \text{const.}$, $y'_k = -\dfrac{\partial F}{\partial x'_k} t + \text{const.}$

2. Considérons les formules (T) comme la solution d'un système canonique auxiliaire :

$$\frac{dx_k}{d\mu} = \frac{\partial H}{\partial y_k}, \qquad \frac{dy_k}{d\mu} = -\frac{\partial H}{\partial x_k}, \qquad H = H_0 + \frac{\mu}{1} H_1 + \frac{\mu^2}{1.2} H_2 + \ldots$$
$$(k = 1, 2, \ldots, n).$$

Il suffira de déterminer : 1° les fonctions $x_k^{(0)}$, $y_k^{(0)}$ de $x'_1, \ldots, x'_n; y'_1, \ldots, y'_n$; 2° les coefficients $H_0, H_1, H_2, \ldots$, qui doivent être des séries de la même nature que $F_1, F_2, F_3, \ldots$. Car les séries (T) s'obtiendront ensuite par l'algorithme taylorien.

En ce qui concerne le premier problème, nous remarquons qu'il équivaut à la recherche de la transformation canonique (T_0) à laquelle se réduit (T) pour $\mu = 0$. Nous la considérerons comme obtenue en faisant la substitution (canonique)

$$u'_h = \sqrt{x'_{p+h}}\, e^{iy'_{p+h}}, \qquad v'_h = i\sqrt{x'_{p+h}}\, e^{-iy'_{p+h}} \qquad (h = 1, 2, \ldots, q)$$

dans la transformation générale (Θ), de symbole $e^{(\Theta, f)}$, d'un groupe canonique à un paramètre. L'inconnue est ainsi une fonction $\Theta = \Theta_3 + \Theta_4 + \ldots$ des seules variables $x_1, \ldots, x_p; u_1, \ldots, u_q; v_1, \ldots, v_q$, supposée développée comme R. Elle sera définie par la condition que (Θ) transforme R en une fonction de $x'_1, \ldots, x'_n$ seuls [1]. Or elle la transforme, si l'on omet

[1] Cette condition est imposée par la suite de la solution (n° 3). En fait, ce premier problème est celui de la détermination des *perturbations séculaires*.

d'accentuer les lettres, en

$$R+\frac{1}{1}(\Theta, R)_{u,v}+\frac{1}{1.2}[\Theta(\Theta, R)]_{u,v}+\ldots$$
$$=R_2+[(\Theta_3, R_2)_{u,v}+R_3]+\ldots+[(\Theta_m, R_2)_{u,v}+S_m]+\ldots,$$

où S_m s'exprime, par des crochets, en fonction des R_k et de $\Theta_3, \ldots, \Theta_{m-1}$. Les termes du second membre étant ainsi groupés, suivant leur degré, en u_h, v_h, on obtient les équations de condition

$$(\Theta_m, R_2)_{u,v}+S_m=\overline{S}_m \qquad (S_3=R_3),$$

où $\overline{f}$ désigne la valeur moyenne de toute fonction périodique de $y_{p+1}, \ldots, y_n$. Elles permettent de calculer les Θ_m par identification. On peut, de plus, s'imposer la condition $(C, \Theta)=0$, de sorte que (Θ) laissera invariante l'intégrale C.

3. Passons au calcul de H. Le résultat de la transformation de F par (T) s'écrit, en y omettant les indices supérieurs des $x_k^{(0)}, y_k^{(0)}$, et en l'ordonnant par rapport à μ,

$$F_0+\frac{\mu}{1}\Phi_1+\frac{\mu^2}{1.2}\Phi_2+\ldots.$$

Les coefficients s'obtiennent par l'application répétée, à F, de l'opération $\frac{\partial f}{\partial \mu}+(H, f)$. On trouve ainsi

$$\Phi_1=(H_0, F_0)+F_1, \qquad \Phi_{k+1}=(H_k, F_0)+D_{k+1},$$
$$D_{k+1}=(k+1)(H_{k-1}, F_1)+k[H_0(H_{k-1}, F_0)]+[H_{k-1}(H_0, F_0)]+G_k,$$

G_k s'exprimant, par des crochets, au moyen de $F_0, F_1, \ldots, F_{k+1}$; H_0, $H_1, \ldots, H_{k-2}$. Ces formules sont donc indépendantes des variables canoniques utilisées; et l'on obtiendra les conditions auxquelles doivent satisfaire les H_k, en exprimant : 1° en variables x, y, que les Φ_k ne contiennent pas $y_1, \ldots, y_p$, c'est-à-dire qu'ils sont égaux à leurs valeurs moyennes $[\Phi_k]$; 2° en variables x', y', qu'ils ne contiennent pas $y'_{p+1}, \ldots, y'_n$, c'est-à-dire que ces $[\Phi_k]$ sont égales à leurs valeurs moyennes $[\overline{\Phi}_k]$.

Cela donne d'abord, par Φ_1, les deux équations

$$(H_0, F_0)_{x,y}+F_1=[F_1], \qquad [F_1]=[\overline{F}_1] \quad \text{(en variables } x', y'\text{)}.$$

La première détermine, par identification, $H_0-[H_0]$; la seconde est une identité, en vertu du choix des variables x', y' (n° 2). On a, d'une manière

générale,

$$(H_k, F_0)_{x,y} + D_{k+1} = [D_{k+1}], \qquad [D_{k+1}] = [\overline{D}_{k+1}] \qquad \text{(en variables } x', y').$$

La première déterminera $H_k - [H_k]$, quand $H_0, \ldots, H_{k-1}$ seront calculés. La seconde, où la valeur moyenne $[H_{k-1}]$ n'intervient que par le terme $(k+1)(H_{k-1}, F_1)$, prend la forme $([H_{k-1}], R)_{u',v'} + \Delta_{k+1} = \overline{\Delta}_{k+1}$, où Δ_{k+1} ne dépend que de $H_0, \ldots, H_{k-2}$ et $H_{k-1} - [H_{k-1}]$. Elle permet, dès que ces fonctions sont connues, de calculer $[H_{k-1}]$, en le développant en parties homogènes, relativement aux u', v', et en suivant une marche analogue à celle du n° 2.

Ici encore, on peut s'imposer la condition $(C, H) = 0$, de sorte que la transformation (T) conservera sa forme à l'intégrale des aires C.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du sulfate acide de zirconyle avec quelques sulfates alcalins* ($Na - NH^4$). Note (1) de M. **Ed. Chauvenet** et de Mlle **H. Gueylard**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons recherché si le sulfate acide de zirconyle se combine avec certains sulfates alcalins ($K - Na - NH^4$). D'une part, des mesures de chaleurs de mélanges et de cryoscopie nous ont fait connaître l'existence de sulfates doubles en dissolution concentrée; des mesures thermochimiques nous ont permis d'autre part : 1° de retrouver à l'état solide les composés signalés par les méthodes précédentes; 2° de trouver des combinaisons dont l'existence en dissolution est incertaine.

Nous avons fait des mélanges très variés des deux dissolutions équimoléculaires concentrées de $\left[Zr\begin{smallmatrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{smallmatrix}, SO^3\right]$ et de SO^4M^2, de manière qu'un même volume v contienne x molécules de $\left[Zr\begin{smallmatrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{smallmatrix}, SO^3\right]$ et $1-x$ molécules de SO^4M^2. Si certaines conditions sont satisfaites (2) : obtention de la réaction d'équilibre

$$m\left[Zr\begin{smallmatrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{smallmatrix}, SO^3\right] + n\,SO^4M^2 \rightleftharpoons \left[Zr\begin{smallmatrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{smallmatrix}, SO^3\right]^m, \ [SO^4M^2]^n;$$

si la réaction obéit à la loi d'action de masses; si enfin le solvant n'exerce

(1) Séance du 8 juillet 1918.

(2) G. Urbain, Ed. Chauvenet et P. Job, *Société de Chimie-Physique*, 1913. — G. Urbain et Cornec, *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1119.

aucune influence sur les différents corps en présence, la concentration c du composé $\left[Zr\begin{smallmatrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{smallmatrix}, SO^3\right]^m$, $[SO^4M^2]^n$ passera par un maximum pour le mélange tel que $\frac{x}{1-x}=\frac{m}{n}$ [1]. Si donc on construit la courbe des variations de c avec x, la position du maximum donnera l'ordre de la réaction.

Système (Zr — Na). *Titre des dissolutions* $=\frac{2N}{5}$. $v=200$.

Mesures thermochimiques.			*Mesures cryoscopiques.*		
q.	Zr.	Na.	Δ.	Zr.	Na.
— 31 cal	270	30	—1°,97	270	30
— 50	250	50	—1,96	250	50
— 75	225	75	—1,93	200	100
— 96	200	100	—1,90	150	150
—112	165	135	—1,88	120	180
—116	150	150	—1,85	100	200
—124	120	180	—1,81	75	225
—112	100	200	—1,74	30	270
— 96	85	215			
— 75	50	250			
— 53	30	270			

Système (Zr — NH^4).

q.	Zr.	NH^4.	Δ.	Zr.	NH^4.
— 25 cal	270	30	—1°,91	270	30
— 53	225	75	—1,88	250	50
— 68	200	100	—1,83	200	100
— 81	180	120	—1,78	150	150
—100	150	150	—1,80	100	200
— 84	120	180	—1,82	50	250
— 77	100	200	—1,83	30	270
— 58	60	240			
— 43	30	270			

L'examen des graphiques construits avec ces données signale pour chacun des deux systèmes la présence d'un seul point anguleux correspon-

---

[1] Ces recherches sont une application de la méthode signalée en 1913; un Mémoire d'ensemble sera publié ultérieurement par MM. G. Urbain, Ed. Chauvenet et P. Job.

dant à la composition $2\left[Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3\right], 3SO^4Na^2$ pour l'un et à la composition $\left[Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3\right], SO^4(NH^4)^2$ pour l'autre.

La formation d'un précipité (sur la nature duquel nous reviendrons prochainement) nous a empêchés de faire des mesures avec le système (Zr — K).

Nous avons déterminé en outre la densité, l'indice de réfraction et la conductibilité électrique de nos mélanges; ces grandeurs varient presque linéairement en fonction de la composition [1].

Nous avons mesuré enfin la chaleur de fixation de n molécules du sulfate alcalin solide sur 1^{mol} de $\left[Zr\langle^{O}_{SO^4}.SO^3\right]$ solide et anhydre :

Système (Zr — Na).

mol		Cal
0,25	dégage	11,5
0,37	»	13,15
0,5	»	16
0,66	»	19,5
1	»	20,5
1,25	»	21,4
1,50	»	22,5
2	»	22,5
2,50	»	22,5

Système (Zr — NH⁴).

mol		Cal
0,25	dégage	12
0,5	»	15,25
0,75	»	18
1	»	20,5
1,25	»	21,75
1,50	»	22,5
1,75	»	23,7
2	»	24,7
2,25	»	24,7
2,50	»	24,7

Chacune des deux courbes indique l'existence des combinaisons sui-

(1) Dans un Mémoire plus détaillé, nous indiquerons l'ensemble de nos mesures; nous décrirons aussi les combinaisons que nous avons obtenues et que nous signalons seulement dans cette Note.

vantes

$$2\left[Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3\right], 3SO^4Na^2 \quad \text{et} \quad 3\left[Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3\right], 2SO^4Na^2,$$

$$Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3, SO^4(NH^4)^2 \quad \text{et} \quad Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3, 2SO^4(NH^4)^2.$$

A ces dérivés anhydres correspondent les hydrates suivants stables à l'air et à la température ordinaire :

$$2\left[Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3\right], 3SO^4Na^2, 8H^2O \quad \text{et} \quad 3\left[Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3\right], 2SO^4Na^2, 7H^2O,$$

$$Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^4(NH^4)^2, 3H^2O \quad \text{et} \quad Zr\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown SO^4\end{matrix}.SO^3, 2SO^4(NH^4)^2, 3H^2O.$$

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode de destruction rapide des matières organiques.* Note de M. **Paul Duret**, présentée par M. Charles Richet.

Cette méthode est basée sur la production à l'état naissant d'oxygène fortement ozonisé, au moyen de persulfate d'ammoniaque en milieu acide.

Il est difficile d'affirmer exactement par quel processus a lieu l'oxydation des matières organiques, en raison de la très grande complexité des réactions qui s'opèrent au contact des diverses substances en présence. Sans doute y a-t-il d'abord mise en liberté d'acide persulfurique, qui, très instable, peut se décomposer en acide sulfurique avec mise en liberté d'oxygène ozonisé, ou s'hydrolyser en donnant naissance à de l'acide monopersulfurique (acide de Caro), qui, en présence de l'eau et de la chaleur, peut produire de l'acide sulfurique et de l'oxygène ozonisé. Quoi qu'il en soit cette production, à l'état naissant, d'oxygène fortement ozonisé a pour effet la combustion rapide et totale de la matière organique en contact.

Voici le mode opératoire :

Dans un ballon en verre d'une capacité au moins cinq fois supérieure au volume occupé par la substance immergée dans quantité suffisante d'eau distillée contenant 10 pour 100 d'acide sulfurique pur, on ajoute 10g à 20g de persulfate d'ammoniaque cristallisé, on mélange le tout et l'on chauffe au brûleur Bunsen.

Quand le liquide approche de son point d'ébullition, une mousse assez abondante se produit, qui s'affaisse rapidement et fait place à un dégagement gazeux régulier.

Dans le cas où cette effervescence deviendrait trop grande et menacerait de déborder du ballon, ralentir ou même enlever le feu pendant quelques minutes, puis porter de nouveau le liquide à l'ébullition. Lorsque le dégagement gazeux diminue, retirer

le ballon du feu et ajouter à nouveau 10g à 20g environ de persulfate, remettre sur le feu et répéter cette addition, dans les mêmes conditions que précédemment, tant que le liquide tend à brunir. Finalement, quand le dégagement gazeux a cessé et que le résidu reste incolore, retirer le feu dès que des vapeurs blanchâtres d'acide sulfurique apparaissent à la surface du liquide. Après refroidissement ajouter avec précaution de l'eau distillée pour dissoudre la masse cristalline formée, et rechercher dans cette solution métaux ou métalloïdes (arsenic, antimoine).

Cette méthode, absolument générale, permet d'arriver aisément à la disparition totale de toute trace de matières organiques contenues dans les urines, les cheveux, les poils et s'applique parfaitement à la destruction de corps réputés difficiles à attaquer tels que les sucres, les corps gras, la glycérine et les produits cacodyliques.

Nous avons appliqué ce procédé spécialement à la recherche de l'arsenic et du mercure dans les urines. Pour cela 100^{cm^3} d'urine, contenant 10^{cm^3} d'acide sulfurique pur et 10^g de persulfate d'ammoniaque cristallisé, sont portés à l'ébullition, puis additionnés successivement de persulfate, comme il est indiqué précédemment, jusqu'à ce que le liquide ne brunisse plus, soit 25^g à 50^g de persulfate suivant les urines, ce qui demande une demi-heure. Pratiquement il n'est même pas nécessaire de pousser l'évaporation jusqu'à ce qu'il se produise des fumées blanches d'acide sulfurique : il nous a suffi d'ajouter rapidement et successivement, par fractions, 50^g de persulfate dans cette prise d'essai, et de prolonger l'ébullition jusqu'à cessation de dégagements gazeux, pour obtenir la destruction des matières organiques, ce qui demande un quart d'heure environ.

Cette méthode nous paraît avoir les avantages :

1° D'une manipulation facile et simple, ne nécessitant aucun appareil spécial (pas de dégagement de vapeurs nitreuses ou chlorées, l'odeur ozonée étant peu gênante);

2° D'une exécution rapide et sûre, la matière organique étant complètement oxydée sans crainte de pertes de substances par projections comme lors des calcinations.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Anthocyane et échanges gazeux respiratoires des feuilles*. Note [1] de **M. G. Nicolas**, présentée par M. G. Bonnier.

La relation admise à la suite de nombreuses observations entre la pigmentation et les phénomènes d'oxydation chez les végétaux n'a pas été suf-

---

(1) Séance du 8 juillet 1918.

fisamment précisée par des recherches directes sur la respiration. Ainsi, *l'intensité respiratoire* serait généralement plus faible chez les feuilles rouges que chez les vertes [Jönsson (¹), Combes (²), Plester (³)], sauf dans le cas des feuilles attaquées par des champignons, où elle est plus élevée (Combes : *Rumex crispus* et *Œnothera Lamarckiana*); quant au *quotient respiratoire*, seules les recherches de Combes ont montré qu'il était indépendant de la pigmentation, excepté dans le *Spiræa prunifolia* et le *Mahonia aquifolium*, où il diminue à la suite de la formation du pigment rouge.

J'ai cherché à préciser cette relation par l'étude de la respiration comparée : 1° de feuilles vertes et de feuilles rougissant accidentellement (éclairement trop vif, abaissement de température, action de champignons, *Amygdalus* parasité par le *Taphrina deformans*); 2° de feuilles qui, rouges dans leur jeune âge, verdissent en vieillissant (*Rosa*, *Cassine*); 3° de feuilles vertes et de feuilles normalement rouges de la même espèce (*Prunus cerasifera* et var. *Pissardi*).

Voici les résultats obtenus à l'aide de la méthode de l'atmosphère confinée; les intensités respiratoires sont évaluées par les volumes d'anhydride carbonique dégagé et d'oxygène absorbé par 1g de feuilles pendant 1 heure (CO^2 gr.h., O gr.h.).

	Feuilles vertes.			Feuilles rouges.		
	CO^2 gr.h.	O gr.h.	$\frac{CO^2}{O^2}$.	CO^2 gr.h.	O gr.h.	$\frac{CO^2}{O^2}$.
Viburnum Tinus.........	0,0535	0,0647	0,82	0,0525	0,0788	0,66
Acokanthera spectabilis...	0,0649	0,0686	0,94	0,0761	0,1072	0,71
Salvia Grahami..........	0,1892	0,2160	0,88	0,2502	0,2949	0,84
Photinia glabra..........	0,0660	0,0730	0,90	0,1016	0,1312	0,77
Raphiolepis ovata........	0,0392	0,0388	1,01	0,0549	0,0675	0,81
Rosa....................	0,2332	0,2486	0,93	0,3050	0,3336	0,91
Amygdalus communis.....	0,2871	0,2798	1,02	0,2951	0,3717	0,79
Eugenia Micheli.........	0,0803	0,0982	0,81	0,1056	0,1326	0,79
Cassine Mauroceina......	0,3299	0,3427	0,96	0,4265	0,5193	0,89
Prunus cerasifera........	0,2610	0,3240	0,80	0,1734	0,2449	0,70

(¹) *Recherches sur la respiration et l'assimilation des Muscinées* (*Comptes rendus*, t. 119, 1894, p. 440-443).

(²) *Les échanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques* (*Rev. gén. de Bot.*, t. 22, 1910).

(³) *Kohlensäureassimilation und Atmung bei Varietäten derselben Art, die sich durch ihre Blattfärbung unterscheiden* (*Beit. zur Biologie der Pflanzen*, t. 11, 1912).

Les résultats rapportés, non plus au poids frais, mais à la surface des feuilles, sont de même ordre que les précédents et permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° Intensité respiratoire. — Deux cas : a. *Les feuilles qui rougissent accidentellement, ou qui, rouges étant jeunes, verdissent en vieillissant, ont une intensité respiratoire plus élevée que les feuilles vertes des mêmes espèces, notamment en ce qui concerne l'oxygène absorbé;* — b. *Les feuilles normalement rouges ont une intensité respiratoire plus faible que les mêmes feuilles vertes.*

On sait depuis longtemps que la formation des acides organiques, véritable « réservoir d'oxygène combiné », suivant l'expression de Maquenne, se traduit par une fixation d'oxygène et une diminution de $\frac{CO^2}{O^2}$, et que ce dernier coefficient varie en raison inverse de l'acidification; or, c'est précisément ce que j'ai observé chez les feuilles rougissant, qui, fabriquant de plus grandes quantités d'acides que les feuilles vertes, fixent plus d'oxygène et ont un quotient respiratoire moins élevé. Il semble donc bien y avoir chez les feuilles une *corrélation entre la formation des acides organiques et le développement de l'anthocyane, et c'est vraisemblablement dans la production de ces acides, accompagnée de l'apparition du pigment rouge, que réside la relation observée depuis longtemps entre les oxydations et la pigmentation.*

2° Quotient respiratoire. — *D'une manière générale, le quotient respiratoire est moins élevé chez les feuilles rouges que chez les vertes.*

La première conclusion n'a rien qui doive surprendre, car nous savons que le rougissement est accompagné d'une accumulation de composés hydrocarbonés solubles, substances éminemment combustibles; pour les feuilles qui perdent leur coloration rouge, en vieillissant, il y a lieu de faire intervenir aussi, tout au moins partiellement, l'influence de l'âge. Pour les variétés à feuillage normalement rouge par suite de la plus petite quantité de chlorophylle (chloroplastes moins nombreux et surtout moins verts), la synthèse des hydrocarbones, combustibles respiratoires, est moins active et la respiration, par suite, moins intense.

Les résultats relatifs au quotient respiratoire indiquent que les feuilles dans lesquelles s'est développée l'anthocyane fixent plus d'oxygène que les feuilles vertes. Venant s'ajouter à d'autres observations sur la nécessité de l'oxygène pour le rougissement et sur l'abondance des oxydases dans les tissus où se produit l'anthocyane, ces résultats tendraient à confirmer

l'hypothèse admise pendant longtemps, d'après laquelle la pigmentation serait une oxydation, si des recherches récentes n'avaient bien établi que ce phénomène est une réduction.

Il existe donc bien une relation entre la formation de l'anthocyane et l'oxydation respiratoire, mais cette relation est indirecte. L'oxygène qui est fixé pendant le rougissement ne se porte pas sur les générateurs des anthocyanes, qui résultent, au contraire, d'une action réductrice, mais sur d'autres substances, hydrates de carbone sans doute, pour donner des *acides organiques*. Ceux-ci, en effet, sont plus abondants dans les feuilles rouges que dans les feuilles vertes, comme en témoigne l'acidité relative, exprimée en milligrammes d'acide acétique, par gramme de poids frais de feuilles :

	Feuilles vertes.	Feuilles rouges.
Raphiolepis ovata	2,88	6,48
Photinia glabra	5,85	6,66
Acokanthera spectabilis	8,21	11,11
Prunus cerasifera et var. *Pissardi*	6,60	10,80

HISTOLOGIE. — *Sur l'évolution fonctionnelle de certains éléments conjonctifs.* Note de M. F. **Ladreyt**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai signalé, dans le conjonctif intestinal du Siponcle (*S. nudus*) une sorte de pannicule graisseux sous-péritonéal constitué par des cellules de réserve dont le cytoplasme présente des inclusions d'une graisse particulière à base d'acide phocénique. Ces éléments, globuleux ou piriformes, se colorent d'une façon très intense par les couleurs basiques d'aniline et prennent, avec le violet de méthyle, une teinte rouge métachromatique très caractéristique. Le plus généralement, les cellules de réserve évoluent sur place et dans leur forme primitive : c'est ainsi qu'après une période de mise en charge caractérisée par la différenciation et l'accumulation de graisse, elles excrètent la matière élaborée au fur et à mesure des besoins de l'organisme (période d'expulsion). Chez les animaux inanitiés ou ceux dont le liquide cœlomique est envahi par les éléments reproducteurs, le pannicule graisseux présente un processus évolutif qui diffère sensiblement de l'évolution *normale* que nous avons schématisée.

Dans une première phase, il se produit une sorte de clivage entre les cellules de réserve; plus tard ces éléments poussent des prolongements

amiboïdes et gagnent progressivement le cœlome : à ce stade ce sont de véritables labrocytes. Cette migration est d'autant plus facile à suivre que ces éléments sont très différents des excrétophores dont le contenu verdâtre et finement granuleux ne répond ni à la morphologie ni aux réactions des labrocytes; ce ne sont pas davantage des corps muriformes diapédisés du cœlome. Ces formations, très rarement amiboïdes, évoluent dans la cavité générale; de plus nos labrocytes ne présentent jamais, dans le conjonctif intestinal, l'aspect œdémateux des amibocytes de réserve en voie de régression, faciès caractéristique de ces formations pendant la période d'expulsion de leur contenu.

D'autre part, dans le pannicule adipeux sous-péritonéal, les labrocytes se révèlent, sur le vivant, comme des éléments très actifs que nous ne pouvons pas confondre avec des cellules de réserve en voie de dégénérescence; du reste nous avons pu suivre toutes les phases de la migration de ces éléments depuis leur mobilisation jusqu'à leur passage dans le cœlome : la diapédèse se fait toujours du côté du péritoine et jamais vers l'épithélium intestinal ou la cavité digestive. Dans le cœlome, le labrocyte se transforme en une sorte de vésicule adipeuse plus ou moins réfringente et très homogène par la fusion progressive des inclusions graisseuses ; le plus souvent, à l'un des pôles de ces formations, un noyau plus ou moins pauvre en caryoplasme présente des signes caractéristiques de dégénérescence pycnotique.

Une question se pose : comment la graisse de réserve des labrocytes parvient-elle dans le liquide cœlomique ? Nous croyons pouvoir affirmer les faits suivants. La paroi de ces formations se résorbe partiellement, devient de plus en plus mince et finit par disparaître dans le milieu ambiant où nous retrouvons la graisse, ainsi libérée, sous forme de fines gouttelettes en suspension dans le sérum. Cette matière répond aux mêmes réactions que la graisse des cellules fixes, du conjonctif intestinal : comme dans ces éléments, elle est caractérisée par une acidité très franche, une grande solubilité dans l'alcool absolu, une teneur plus ou moins grande en cholestérine, etc.

Conclusions. — A. Labrocytes et cellules de réserve du conjonctif intestinal ne sont autres choses que les formes âgées d'un même élément histologique, la *cellule conjonctive*, qui s'est différenciée spécifiquement par simple vieillissement ontogénétique. — B. Ces formations peuvent : 1° évoluer sur place et dans leur forme primitive (pannicule graisseux souspéritonéal); 2° se transformer en cellules migratrices et gagner le cœlome.

Le premier cas, le plus général, peut être considéré comme l'évolution *normale* des éléments panniculaires; le deuxième réalise une évolution *spéciale* déterminée par des conditions biologiques particulières (inanition de l'animal, développement des éléments reproducteurs dans le liquide cœlomique). — C. Les labrocytes sont homologables, fonctionnellement tout au moins, aux formations vitellogènes ou aux vésicules adipo-sphérulaires de certains Invertébrés.

MÉDECINE. — *Nouveau moyen de pronostic de la tuberculose pulmonaire.* Note [1] de M. **Casimir Cépède**, présentée par M. Edmond Perrier.

Grâce à la collaboration de plus en plus intime qui s'établit entre le laboratoire et la clinique dans la pratique médicale, les données hématologiques, et en particulier les variations cytologiques du sang, acquièrent une importance chaque jour plus grande dans l'étude scientifique de la tuberculose pulmonaire.

La figure neutrophile sanguine d'Arneth apporte au diagnostic et surtout au pronostic de cette maladie une base intéressante. E. Brissaud [2] a souligné son importance et, dans un travail plus récent (1913) en collaboration avec F. Arloing [3], a mis en lumière sa signification pronostique. Ces deux auteurs ont précisé la difficulté rencontrée par le praticien qui voudrait trouver dans la figure d'Arneth résultant d'un examen unique la base d'un diagnostic bacillaire. Certains malades du premier stade, disent-ils, présentent une formule sanguine plus déviée vers la gauche (c'est-à-dire où les groupes à 1 et 2 noyaux prédominent sur ceux à 3, 4 et 5 noyaux) que celle rencontrée chez d'autres sujets arrivés à la deuxième ou même à la troisième période. »

L'observation en série d'un même malade au cours de sa tuberculose est seule instructive pour le phtisiologue.

En essayant d'introduire les variations de la formule leucocytaire neutro-

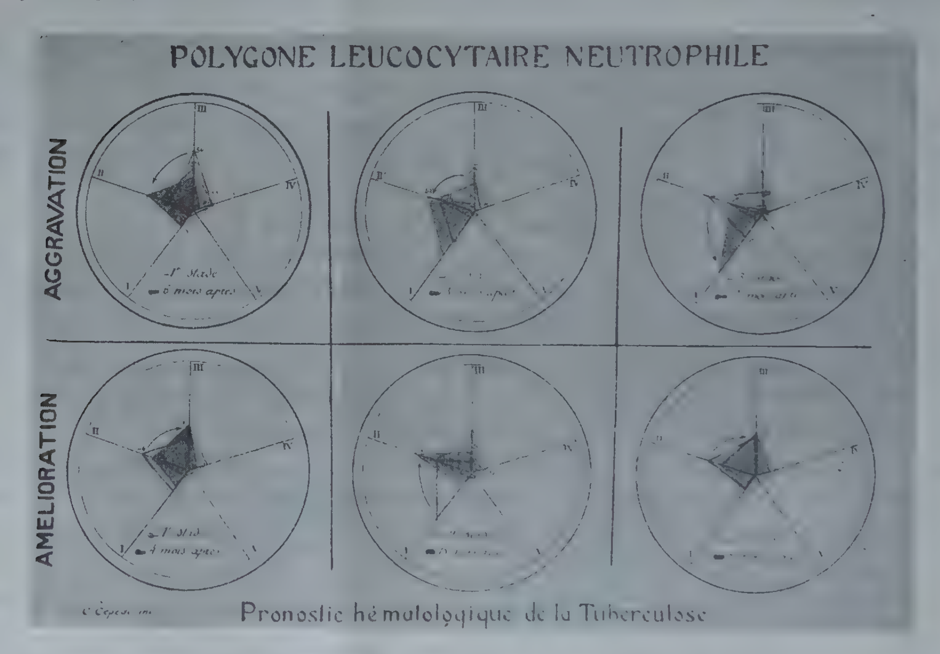
(1) Séance du 1er juillet 1918.

(2) E. Brissaud, *Étude sur la figure neutrophile d'Arneth dans la tuberculose pulmonaire.* Thèse de Lyon, 1912.

(3) F. Arloing et E. Brissaud, *Interprétation clinique de la figure neutrophile sanguine d'Arneth dans la tuberculose pulmonaire et sa signification pronostique* (*Bull. Soc. Etud. scient. sur la tuberculose*, 2e série, t. 3, no 2, avril 1913, p. 15-19).

phile dans nos moyens habituels de recherches sur la tuberculose pulmonaire, nous avons eu quelques difficultés à comparer ces tableaux de chiffres qui constituent les figures d'Arneth. De ces considérations est né le « *polygone leucocytaire neutrophile* » que nous décrivons ici.

Construction du polygone leucocytaire neutrophile. — Dans une circonférence, j'inscris un pentagone régulier dont le côté inférieur est horizontal. Je mène les rayons aux sommets. Le rayon vertical représente l'axe des leucocytes neutrophiles à 3 noyaux; de part et d'autre se placent respectivement les axes à 2 et 1, et 4 et 5 noyaux. Par cent divisions égales des rayons, je prépare la construction du polygone.



La figure normale d'Arneth est représentée par un pentagone imprimé sur chaque feuille en un grisé léger qui se fixe ainsi dans l'œil de l'observateur; les longueurs respectives des axes de ce *polygone normal* sont de gauche à droite :

I (5), II (35), III (41), IV (17), V (21).

En joignant ces points dans l'ordre des axes successifs, notre *polygone normal* est construit.

C'est à Arloing et Brissaud (1913) que nous devons la signification pronostique de la variation leucocytaire neutrophile. Aussi prendrons-nous les cas étudiés par ces auteurs pour démontrer l'intérêt pronostique de l'établissement de ce polygone. Nous représentons successivement par notre procédé les cas *d'aggravation* et les cas *d'amélioration* qu'ils ont pris pour exemples.

Conclusion. — En construisant le *polygone leucocytaire neutrophile* d'un même tuberculeux pulmonaire au cours de l'évolution de sa maladie, nous constatons, *quel que soit le degré de la tuberculose étudiée*, que :

1° *En cas d'aggravation*, notre polygone le plus récent est une figure géométrique située *à gauche du polygone normal* et des polygones du malade précédemment établis ;

2° *En cas d'amélioration*, le polygone le plus récent est situé à *droite* des polygones précédents et sa surface se rapproche de celle du polygone normal.

La figure ainsi obtenue par l'établissement des polygones successifs est une démonstration frappante de l'intérêt pronostique de l'examen en série des variations leucocytaires neutrophiles dans la tuberculose pulmonaire.

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur un sérum préventif et curatif de la gangrène gazeuse.* Note de MM. **H. Vincent** et **G. Stodel**, présentée par M. Charles Richet.

La brève durée de l'incubation de la gangrène gazeuse, qui apparaît parfois 8 à 15 heures après le traumatisme, ainsi que l'évolution habituellement rapide de cette grave complication des plaies ne permettent pas d'espérer un résultat favorable de l'emploi des vaccins spécifiques injectés aux blessés. La gangrène gazeuse survient, en effet, avant que les anticorps fabriqués dans l'organisme aient eu le temps de se former.

On est donc conduit à emprunter au cheval ces substances protectrices ou défensives, c'est-à-dire recourir à l'immunisation passive. La sérothérapie de la gangrène gazeuse a fait l'objet de recherches dues à Weinberg et Séguin, Leclainche et Vallée, Sacquepée.

Nous croyons devoir exposer les principaux résultats donnés par l'emploi d'un nouveau sérum que nous préparons.

Le sérum provenant de nos chevaux a été préparé suivant une méthode

spéciale. Il est obtenu par l'injection aux chevaux de races bactériennes multiples provenant des principales espèces anaérobies qui déterminent le syndrome gangrène gazeuse.

Lorsqu'il s'agit de juger de la valeur pratique d'une méthode sérothérapique préventive ou curative, il est nécessaire de la soumettre à une épreuve rigoureuse, en inoculant les animaux témoins à l'aide d'une technique qui leur donne sûrement la maladie. Alors seulement il devient possible d'apprécier l'efficacité du sérum, d'après la proportion des survies observées chez les animaux qui ont reçu ce dernier.

Dans une publication antérieure (¹) nous avons indiqué le moyen de déterminer l'apparition constante de la gangrène gazeuse. Elle consiste, après avoir inoculé le *Bacillus perfringens* dans les muscles de la cuisse du cobaye, à broyer ces muscles à l'aide d'une pince ou d'une tenaille chez l'animal anesthésié. La gangrène gazeuse survient, en moyenne 18 heures après la double action du microbe et du traumatisme.

En possession de cette technique, nous l'avons appliquée au contrôle d'un sérum que nous avons préparé contre la gangrène gazeuse. Le nombre des cobayes mis en expérience a été de 89. Témoins et cobayes soumis à la sérothérapie préventive ont été en proportion à peu près égale. Les animaux ont reçu soit le *Bacillus perfringens* seul, soit ce microbe associé à des microbes anaérobies communs dans les plaies infectées. De ces diverses bactéries, c'est le *Bacillus perfringens* qui joue de beaucoup le rôle le plus important dans l'infection gangréneuse (²). L'efficacité du sérum provenant de nos chevaux s'est montrée très forte, ainsi qu'il résulte des constatations ci-après. La proportion générale comparée des animaux ayant survécu après l'inoculation du *Bacillus perfringens* de race très virulente, associé ou non aux autres anaérobies qui déterminent la gangrène gazeuse, a été la suivante :

1° Chez les animaux sans sérum (43) :

Cas de G. G. : 43, soit 100 pour 100; survies : 9, soit 20,93 pour 100; morts : 34, soit 79,07 pour 100.

2° Chez les animaux ayant reçu le sérum 24 heures auparavant (46) :

(¹) H. Vincent et Stodel, *Influence du traumatisme sur la gangrène gazeuse expérimentale et sur le réveil de cette infection* (*Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 870).

(²) Nous n'avons pas rencontré le *B. histolyticus* chez nos blessés. Le *B. fusiformis* n'est pas rare dans les plaies infectées et fétides.

Cas de G. G. : 3, soit 6,52 pour 100; survies : 44, soit 95,65 pour 100; morts : 2, soit 4,35 pour 100.

Ce tableau montre la différence considérable dans les résultats observés chez les animaux, suivant qu'ils ont été ou non protégés par le sérum. Il convient de faire ressortir qu'à la suite de l'épreuve d'inoculation si sévère à laquelle tous les animaux (témoins aussi bien que cobayes ayant reçu le sérum) ont été soumis, les cobayes non protégés par le sérum ont tous été atteints de gangrène gazeuse. Ceux qui ont survécu n'ont guéri qu'après d'énormes lésions telles que : perte de substance étendue, mortification des parois de l'abdomen, chute du membre tout entier.

L'injection simultanée de plusieurs espèces de microbes capables de déterminer le processus gangréneux (*B. perfringens*, vibr. septique, etc.) est très pathogène. Elle détermine l'infection rapide sans le secours du broyage musculaire. Parmi les expériences faites, nous citerons la suivante : cinq cobayes ayant reçu 1^{cm^3} de ce mélange sont morts en 10 à 26 heures, présentant une torpeur profonde, la tuméfaction habituelle et considérable du membre, le suintement fétide, le décollement avec épilation de la peau, l'envahissement suraigu des parois de l'abdomen par le processus gangréneux.

Au contraire, neuf cobayes ayant reçu 24 heures auparavant du sérum antigangréneux et soumis à la même inoculation n'ont présenté aucun symptôme de sphacèle ou d'infection. Après 72 heures, on broie leur membre inoculé. L'hématome traumatique local habituel s'est résorbé rapidement; aucun phénomène infectieux ne s'est produit, aucun œdème gazeux, aucun trouble général. Les animaux ont conservé leur vivacité, leur appétit et leur entière santé. Deux jours après, on a inoculé dans le foyer traumatisé une nouvelle quantité de virus mixte. Cette seconde injection n'a été suivie d'aucun phénomène morbide.

Ce sérum a été employé chez l'homme. Il a été injecté, *à titre préventif*, à des blessés présentant des lésions très graves de la cuisse ou de la fesse, avec attrition des tissus et infection des plaies par de la terre et des débris de vêtements. Ces 50 blessés ont pu être évacués après opération immédiate et sont arrivés aux hôpitaux de l'arrière sans avoir présenté de phénomènes de gangrène.

A titre curatif, on l'a injecté à 13 blessés déjà atteints de gangrène gazeuze en évolution plus ou moins avancée. Quatre de ces blessés étaient dans un état considéré comme désespéré par les chirurgiens. Les gaz avaient envahi les parois abdominales, thoracique ou lombaire, chez

deux de ces blessés qui ont guéri. Sur ces 13 on compte 12 guérisons et 1 décès. L'amélioration des symptômes locaux et généraux se manifeste d'ordinaire, très rapidement, parfois quelques heures après l'injection du sérum.

Il est donc permis d'espérer que l'on possède un moyen de protection et de traitement de la complication des plaies si redoutable et toujours fréquente que constitue la gangrène gazeuze.

A 16 heures l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

E. P.